

DIN EN ISO 7539-10

ICS 77.060

Entwurf

Einsprüche bis 2019-09-12
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 7539-10:2015-03

**Korrosion der Metalle und Legierungen –
Prüfung der Spannungsrisskorrosion –
Teil 10: Vorbereitung und Anwendung von reversierten Bügelproben
(ISO/DIS 7539-10:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 7539-10:2019**

Corrosion of metals and alloys –
Stress corrosion testing –
Part 10: Reverse U-bend method (ISO/DIS 7539-10:2019);
German and English version prEN ISO 7539-10:2019

Corrosion des métaux et alliages –
Essais de corrosion sous contrainte –
Partie 10: Méthode d'essai par cintrage en U inversé (ISO/DIS 7539-10:2019);
Version allemande et anglaise prEN ISO 7539-10:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-07-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 36 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 7539-10:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge, einschließlich des Korrosionsschutzes und der Korrosionsprüfung von Metallen und Legierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-01-77 AA „Korrosionsprüfverfahren“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7539-1	siehe	DIN EN ISO 7539-1
ISO 8407	siehe	DIN EN ISO 8407
ISO 3366	siehe	DIN ISO 3366
ISO 21948	siehe	DIN ISO 21948

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7539-10:2015-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- b) Überarbeitung des Abschnitts 5, Abschnitts 6 und Abschnitts 7 sowie des Anhangs A und Anhangs B;
- c) redaktionelle Überarbeitung.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7539-1, *Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrisskorrosion — Teil 1: Allgemeiner Leitfaden für Prüfverfahren*

DIN EN ISO 8407, *Korrosion von Metallen und Legierungen — Entfernen von Korrosionsprodukten von Korrosionsprobekörpern*

DIN ISO 3366, *Schleifmittel auf Unterlagen — Rollen*

DIN ISO 21948, *Schleifmittel auf Unterlagen — Rechteckige Schleifblätter*

Korrosion der Metalle und Legierungen — Prüfung der Spannungsrisskorrosion — Teil 10: Vorbereitung und Anwendung von reversierten Bügelproben (ISO/DIS 7539-10:2019)

Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 10 : Méthode d'essai par cintrage en U inversé (ISO/DIS 7539-10:2019)

Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 10: Reverse U-bend method (ISO/DIS 7539-10:2019)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Kurzbeschreibung	5
5 Proben	6
5.1 Allgemeines	6
5.2 Vorbereitung von RUB-Proben	6
5.2.1 Rohre und Rohrleitungen	6
5.2.2 Sonstige Produkte	7
5.2.3 Reversiertes U-Biegeverfahren	7
5.3 Spannen von RUB-Proben mit einer Spannschraube	7
6 Durchführung der Prüfung	8
7 Beurteilung nach dem Auslagern	9
8 Prüfbericht	9
Anhang A (informativ) Herstellung von nicht vorgespannten Halbrohr-RUB-Proben	10
Anhang B (informativ) Herstellung von RUB-Proben mit Messquerschnitt	13

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 7539-10:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156 „Corrosion of metals and alloys“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 262 „Metallische und andere anorganische Überzüge, einschließlich des Korrosionsschutzes und der Korrosionsprüfung von Metallen und Legierungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 7539-1:2014 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 7539-10:2019 wurde von CEN als prEN ISO 7539-10:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 156, *Corrosion of metals and alloys*, erarbeitet.

ISO 7539 besteht unter dem allgemeinen Titel *Corrosion of metals and alloys — Stress Corrosion testing* aus den folgenden Teilen:

- Part 1: General guidance on testing procedures
- Part 2: Preparation and use of bent-beam specimens
- Part 3: Preparation and use of U-bend specimens
- Part 4: Method for the preparation and use of uniaxially loaded tension specimens
- Part 5: Preparation and use of C-ring specimens
- Part 6: Preparation and use of pre-cracked specimens for tests under constant load or constant displacement
- Part 7: Method for slow strain rate testing
- Part 8: Preparation and use of specimens to evaluate weldments
- Part 9: Preparation and use of pre-cracked specimens for tests under rising load or rising displacement
- Part 10: Reverse U-bend test method
- Part 11: Guidelines for testing the resistance of metals and alloys to hydrogen embrittlement and hydrogen-assisted cracking

WARNUNG — Diese Internationale Norm kann die Benutzung von Werkstoffen, Verfahren und Geräten beinhalten, von denen Gefährdungen ausgehen können. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders dieser Norm, entsprechende Sicherheits- und Gesundheitsvorkehrungen zu treffen und vorschriftsmäßige Einschränkungen vor dem Gebrauch zu bestimmen.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 7539 behandelt die Verfahrensweisen für Planung, Vorbereitung und Anwendung von reversiert gebogenen Bügelproben (RUB-Proben; en: Reversed U-bend) bei Prüfungen zur Ermittlung der Anfälligkeit von Metallen gegenüber Spannungsrisskorrosion. In dieser Norm werden mit der Benennung „Metall“ auch Legierungen erfasst.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 7539-1, *Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 1: General guidance on testing procedures*

ISO 8407, *Corrosion of metals and alloys — Removal of corrosion products from corrosion test specimens*

ISO 3366, *Coated abrasives — Abrasive rolls*

ISO 21948, *Coated abrasives — Plain sheets*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 7539-1.

4 Kurzbeschreibung

Die Anwendung reversierter Bügelproben ermöglicht eine besonders strenge Prüfung zur Beurteilung der Anfälligkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion. Diese Prüfung ist in erster Linie für die Anwendung auf Metalle mit hoher Korrosionsbeständigkeit vorgesehen, z. B. Nickelbasislegierungen, die im Vergleich zu anderen Verfahren, z. B. Prüfungen unter Anwendung herkömmlicher Bügelproben, den Vorteil hat, dass die Spannungsrelaxation wesentlich niedriger ist. Das Verfahren wird primär als Auswahlprüfung (en: Screening Test) für rohrförmige Bauteile, Bleche, Stangen und andere Produkte einschließlich geschweißter Bauteile eingesetzt. Auf Vereinbarung zwischen den Beteiligten darf das Verfahren auch als Abnahmeprüfung für das Verhalten unter Einsatzbedingungen angewendet werden.

Das Prinzip der Prüfung besteht darin, dass in ein besonders korrosionsbeständiges Metall sehr hohe Spannungen bei minimaler Spannungsrelaxation eingebracht werden, so dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Spannungsrisskorrosion erhöht wird.

Bei der Prüfung wird eine Metallprobe mit halbkreisförmigem Querschnitt einem Korrosionsmedium ausgesetzt, nachdem die Probe durch eine Rückbiegung (d. h. eine reversierte Biegung) in U-Form gebracht wurde und diese U-Form beibehalten wird um sicherzustellen, dass über einen großen Teil der inneren Oberfläche der Probe Zugspannungen erzeugt werden, die größer sind als die Streckgrenze des Metalls. Die Prüfung wird durch das Vorhandensein komplexer biaxialer Spannungen beschleunigt, die möglicherweise auch unter Einsatzbedingungen auftreten können. Beim Verformen der Proben kann Kaltverfestigung in wechselnden Anteilen wirksam werden, und diese Kaltverfestigung kann die Spannungsrisskorrosionsneigung im Vergleich mit dem ursprünglichen Werkstoffzustand beeinflussen.

Die Prüfung wird üblicherweise in einem Prüflaboratorium durchgeführt, in dem die Auslagerung der Proben unter simulierten Betriebsbedingungen erfolgt.

Ein weiteres Ziel der Prüfung ist ein Vergleich und eine Beurteilung des Einflusses unterschiedlicher Werkstoffparameter.

Wichtige Vorteile dieses Verfahrens sind seine einfache Anwendung und seine Fähigkeit zu einer rasch durchzuführenden selektiven Überprüfung: Wenn Auswahlprüfungen an herkömmlichen Bügelproben oder C-Ring-Proben in einem Prüfmedium mit einer Temperatur von 573 K oder höher durchgeführt werden, tritt eine deutliche Spannungsrelaxation auf, was bedeutet, dass lange Prüfzeiten für eine Bewertung erforderlich sind. In den RUB-Proben ist die Spannungsrelaxation jedoch bedingt durch biaxiale Spannungen niedriger als in herkömmlichen Bügel- und C-Ring-Proben. Daher können Auswahlprüfungen unter Anwendung von RUB-Proben in relativ kurzer Zeit durchgeführt und ausgewertet werden.

Von Nachteil ist der komplizierte und größtmäßig nur sehr schwer zu erfassende Spannungszustand. Falls eine Untersuchung bei einem exakten Spannungszustand gewünscht wird, sollte ein anderes Verfahren ausgewählt werden.

Für bestimmte Metalle und bestimmte Prüfmedien können stark schwankende Prüfergebnisse selbst dann ermittelt werden, wenn nominell übereinstimmende Proben geprüft werden, und häufig sind Wiederholungen der Prüfungen notwendig.

Falls Proben aus Rohren mit unterschiedlichen Abmessungen entnommen oder unterschiedlichen Belastungsverfahren ausgesetzt werden, können die Prüfergebnisse sogar noch unterschiedlicher ausfallen.

5 Proben

5.1 Allgemeines

RUB-Proben werden aus Teilen von Rohren aus der laufenden Produktion, Rohren und anderen zylindrischen Hohlprodukten hergestellt, die in Längsrichtung halbiert werden, oder sie werden Teilstücken von Blechen, Stangen oder anderen Produkten entnommen, die in axialer Richtung halbrund verformt werden. Die Proben sollten durch Sägen oder ähnliche Verfahren ohne Beeinträchtigung der Werkstoffeigenschaften geschnitten und anschließend durch maschinelle Bearbeitung in ihre Form gebracht werden. Die Seitenflächen der Proben sollten entgratet und anschließend mit Schleifpapier oder Schleifsteinen erst grob und dann fein zu einer Oberflächenbeschaffenheit wie P600 (ISO 3366 oder ISO 21948) geschliffen werden, ohne dass dabei die Temperatur der Proben erhöht wird.

Für RUB-Proben sollte die Belastung in zwei Stufen mit Biegen und Spannen mit einer Spannschraube durchgeführt werden. Elastische Spannungsminderung sollte während des Spannens der RUB-Probe mit einer Spannschraube vermieden werden.

5.2 Vorbereitung von RUB-Proben

5.2.1 Rohre und Rohrleitungen

Für die Prüfung können Rohre unterschiedlicher Abmessungen und unterschiedliche Probengrößen angewendet werden. Zur Herstellung der Proben wird die ausgewählte Probenlänge von einem Rohr abgetrennt und dann in axialer Richtung so geteilt, dass ein Halbrohr mit halbkreisförmigem Querschnitt erhalten wird.

Die ursprüngliche Oberflächenbeschaffenheit des Rohrs muss beibehalten werden.

Bei Wärmebehandlung muss die abschließende Wärmebehandlung vor dem reversierten Biegen (und vor der Vorverformung, falls angewendet) durchgeführt werden.

5.2.2 Sonstige Produkte

Proben können aus sehr vielen anderen Produkten wie Stabwerkstoffen, Blechen und sonstigen Schmiede- oder Walzwerkstoffen oder geschweißten Teilen hergestellt werden. Aus den genannten Werkstoffen müssen nach der abschließenden Wärmebehandlung Bleche hergestellt und durch Anwendung einer inneren und einer anderen Form in eine halbkreisförmige Gestalt überführt werden. Die Oberfläche der Proben muss mit Schleifpapier oder Schleifleinen erst grob und dann fein bis zu einer Oberflächenbeschaffenheit wie P600 (ISO 3366 oder ISO 21948) geschliffen werden, ohne dass dabei die Temperatur der Proben vor dem Pressverfahren erhöht wird. Die Probenherstellung aus Blechen wird in Anhang A und Anhang B gezeigt.

Bei der Prüfung von Schweißverbindungen ist die Orientierung der Schweißnaht zur Probenlängsachse zu berücksichtigen und zu protokollieren. Prüfungen dürfen am Schweißgut oder an Querschnitten durchgeführt werden, die das Schweißgut und die Wärmeeinflusszone enthalten.

5.2.3 Reversiertes U-Biegeverfahren

Während des Biegens darf die Verformung des Halbrohrs durch das Umformwerkzeug so beschränkt werden, dass der halbkreisförmige Querschnitt beibehalten wird; alternativ darf die Verformungsbeschränkung für die Seitenbereiche entfallen, wobei die Probe dann zu einer Abflachung an ihrem Scheitelpunkt neigen kann. Beide Verfahren dürfen angewendet werden. Beim letztgenannten Verfahren werden geringere Spannungen erzeugt; von Vorteil ist jedoch, dass eine Rissbildung an den Rändern vermieden wird. Die zuerst beschriebene Probe wird in dieser Norm als „Halbrohr-RUB-Probe“ bezeichnet, die zuletzt beschriebene Probe wird als „RUB-Probe mit Messquerschnitt“ bezeichnet.

Bei der Prüfung von RUB-Proben mit Messquerschnitt (bei der die während der reversierten Biegung erzeugten Spannungen wegen der verringerten Verformungsbeschränkung niedriger sind) kann eine Vorverformung angewendet werden, um Spannungen in der gewünschten Höhe zu erreichen.

Beispiele für die Herstellung von nicht vorverformten Halbrohr-RUB-Proben werden in Anhang A gezeigt. Beispiele für die Herstellung von nicht vorverformten und von vorverformten RUB-Proben mit Messquerschnitt werden in Anhang B gezeigt.

Die Spitze der Pressschablone hat eine konkave Kurve mit einer Krümmung, die zum äußeren Durchmesser der Rohrhälfte passt und die Walzen haben eine konvexe Kurve mit einer Krümmung, die zum inneren Durchmesser der Rohrhälfte passt.

Es sollten nur RUB-Proben verwendet werden, die beim Biegen an der Spitze nicht reißen.

5.3 Spannen von RUB-Proben mit einer Spannschraube

Wenn die Proben nach dem Biegevorgang mit Hilfe einer Spannschraube gespannt werden, muss darauf geachtet werden, dass eine stärkere Verformung erreicht wird als nach Abschluss des Biegeverfahrens. RUB-Proben sollten im letzten Schritt des Biegeverfahrens mit einem Werkbankschraubstock gespannt werden, bevor die Schenkel der Probe mit Schrauben und Muttern an der Probe ausgerichtet werden. Der endgültige Abstand zwischen den Schenkeln der Probe an der Spannschraube muss etwa 1 mm kleiner sein als der Mindestabstand während des Biegeverfahrens. Der endgültige Abstand sollte für alle Proben eines bestimmten Probensatzes gleich groß sein; ein Lösen nach der Belastung sollte vermieden werden. Um übereinstimmende Abstände an allen Proben zu erreichen, sollten entsprechende Messungen mit einer Messschraube durchgeführt werden.

Der Wärmeausdehnungskoeffizient des für die Schraube verwendeten Werkstoffs sollte ungefähr ebenso groß wie (oder kleiner als) der Wärmeausdehnungskoeffizient der Probe sein. Zur Vermeidung von ungleichmäßigen Belastungen der Proben während des Anziehens der Schraube sollten Unterlegscheiben mit gekrümmter Oberfläche verwendet werden. Die Unterlegscheiben helfen, den gleichen Kontaktpunkt auf den Schraubenlöchern der Probe zu halten. Um die Wahrscheinlichkeit des LöSENS der Schraubverbindung zu verringern, wird die Anwendung von Doppelmuttern empfohlen.

Für die Schraubverbindung werden Werkstoffe empfohlen, die galvanische Korrosion mit RUB-Proben vermeiden und widerstandsfähig gegen Korrosion im Medium sind. In einer Umgebung mit hohen pH-Werten kann der gleiche Werkstoff verwendet werden, aus dem die RUB-Proben bestehen, aber Zirkonoxid sollte nicht verwendet werden. In Wasser mit hoher Temperatur wird die Verwendung von oxidierten Zirkalloy-Unterlegscheiben zur Isolierung empfohlen.

6 Durchführung der Prüfung

Wenn das zu untersuchende System aus mehreren Metallen besteht, kann in Abhängigkeit vom Prüfmedium eine elektrische Isolierung der Probe notwendig sein, um galvanische Korrosion zu vermeiden. Bei Anwendung einer Isolierung darf sich der Isolationswerkstoff bei der Prüfung nicht verformen. Keramische Isolationswerkstoffe sind unter der Voraussetzung geeignet, dass sie mit den Prüfbedingungen kompatibel sind.

Vor der Prüfung müssen die Proben mit einem Lösemittel wie Aceton entfettet und anschließend mit destilliertem Wasser oder Ethanol gespült und getrocknet werden. Danach sollte besonders sorgfältig mit ihnen umgegangen werden.

Die Proben sind nach dem Biegevorgang auf Risse zu untersuchen, die sich vor dem Auslagern im Prüfmedium gebildet haben können. Es kann vorteilhaft sein, zusätzliche Proben herzustellen, die zwar mechanisch belastet, nicht aber im Prüfmedium ausgelagert werden, und die für spätere Vergleiche als Kontrollproben anzuwenden sind.

Falls für Identifizierungszwecke eine Kennzeichnung der Proben notwendig ist, sollten die in ISO 7539-1 angegebenen Verfahren angewendet werden.

An den Proben sollte, nachdem sie entfettet, belastet und auf Risse untersucht wurden, die Prüfung so rasch wie möglich begonnen werden.

Eine Reihe von Proben muss auf eine Bedingung geprüft werden, um die zeitabhängige Ausbildung des Schadens aufzuzeichnen. Üblicherweise müssen zwei Verfahren angewendet werden. Das eine ist eine mehrfache Immersionsprüfung mit unterschiedlichen Zeiträumen und das andere ist eine serielle Immersionsprüfung.

Bei der mehrfachen Immersionsprüfung werden mehrere Probenreihen bei unterschiedlichen Expositionszeiten geprüft. Risse werden nach der Immersionsprüfung durch Inspektion festgestellt. Für die statistische Beurteilung kann die Prüfung einer ausreichenden Anzahl identischer Proben für jede Auslagerungsdauer von Vorteil sein. Nach Abschluss der Prüfung müssen die Proben mit destilliertem Wasser oder Ethanol gespült und getrocknet werden. Zum Auffinden von Rissen kann zerstörende Prüfung angewendet werden. Bei Bedarf ist ein geeignetes Reinigungsverfahren (ISO 8407) anzuwenden, um den Nachweis möglicher Risse zu ermöglichen.

Bei der seriellen Immersionsprüfung werden Proben wiederholt in bestimmten Zeitabständen durch zerstörungsfreie Prüfung untersucht, bis bei der Prüfung ein Riss festgestellt wird. Vor der Inspektion müssen die Proben mit destilliertem Wasser oder Ethanol gespült und getrocknet werden. Die Prüfzeit für eine Probe ist definiert als der kumulierte Zeitraum, über den die Probe in einem Prüfmedium geprüft wird. Für die statistische Beurteilung kann die Prüfung einer ausreichenden Anzahl identischer Proben von Vorteil sein. Die serielle Immersionsprüfung ist eine effektivere Bewertung der Prüfzeit bis zum Rissnachweis bei wenigen Proben als die mehrfache Immersionsprüfung.

Im Allgemeinen braucht es nach dem Neustart der Immersionsprüfung Zeit, bis das Korrosionspotential der Proben wieder auf das Potential im Medium zurückfällt, weil der Oxidfilm auf den Proben an der Atmosphäre umgewandelt wird. Dies könnte dazu führen, dass sich die Zeit bis zur Risseinleitung im Vergleich zur Immersionsprüfung ohne zwischenzeitliche Inspektionen unterscheidet. Wenn die Zeit bis zum Rückfall auf das vorherige Potential im Vergleich zur Immersionsprüfzeit vernachlässigbar gering ist, kann die serielle Immersionsprüfung durchgeführt werden, ohne die Auswirkungen der zwischenzeitlichen Inspektionen zu berücksichtigen. Ein dünner, fester Oxidfilm auf der Oberfläche von Legierungen mit hoher Korrosionsbeständigkeit wie Legierung 600 und Legierung 690 wird bei der Entnahme aus dem Medium kaum an der Atmosphäre umgewandelt. Außerdem fällt das Korrosionspotential nach einigen Stunden im Medium, wie etwa im simulierten DWR-Primärwassermedium, wieder auf das vorherige Potential zurück.

7 Beurteilung nach dem Auslagern

Vor der Untersuchung der Proben muss überprüft werden, ob ein Versagen oder ein Lösen der Spannschraube nicht dazu geführt hat, dass die Prüfung ungültig wird.

Eine Voruntersuchung der Proben auf Risse erfolgt durch zuvor festgelegte, zerstörungsfreie Betrachtungsmethoden wie einer allgemeinen Sichtprüfung oder 10- bis 40-facher Vergrößerung durch Lichtmikroskopie, ohne Lösen der Spannschraube nach dem Spülen der Probe mit destilliertem Wasser oder Ethanol und anschließendem Trocknen.

Werden Proben bei der seriellen Immersionsprüfung in das Prüfmedium zurückgegeben, sollte das Lösen der Spannschraube und die zerstörende Prüfung vermieden werden. Das Entfernen von Korrosionsprodukten und die elektrische Aufladung der Oberfläche durch Elektronenmikroskopie ändern die Bedingungen für Korrosionserscheinungen.

Zur Bestätigung, dass keine Risse in den Proben sind, kann die Betrachtung von metallographisch vorbereiteten Querschnitten bei starker Vergrößerung mittels Rasterelektronenmikroskopie oder Lichtmikroskopie hilfreich sein.

Jede beobachtete Rissbildung, die nicht eindeutig auf andere Ursachen als Spannungsrissskorrosion zurückzuführen ist, sollte als Hinweis auf ein Versagen angesehen werden.

Die Prüfung sollte grundsätzlich zu der Aussage „bestanden/nicht bestanden“ führen, wobei kleinere Unterschiede im Verhalten der Proben als nicht signifikant angesehen werden sollten, z. B. die Dauer bis zum ersten Rissnachweis oder die Rissgröße.

Empfohlen wird die Zusammenstellung der Ergebnisse mit Hilfe statistischer Analyseverfahren, z. B. nach der Weibull-Verteilung, d.h. in Form einer grafischen Darstellung der kumulativen Anzahl von Versagensfällen in Abhängigkeit von der Zeit.

8 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- a) eine vollständige Beschreibung des geprüften Werkstoffs einschließlich seiner chemischen Zusammensetzung, der Wärmebehandlung und des Gefügezustands;
- b) Abmessungen der Rohrwerkstoffe, Größen der Proben und, falls Proben vorgespannt wurden, Vorspannverhältnisse;
- c) eine vollständige Beschreibung des Prüfmediums;
- d) das Beurteilungsverfahren einschließlich der Art des angewendeten Mikroskops und der Vergrößerung;
- e) der Zeitpunkt, zu dem Beobachtungen durchgeführt und Risse sichtbar wurden;
- f) eine Beschreibung der zur Bewertung angewendeten statistischen Verfahren. Das Prüfergebnis wird wie folgt bewertet.